Canadian Centre
for Occupational Health
and Safety

PCBs — The Current Situation

by
•K. Loralee Idler*

*CURRENT ADDRESS: Program Development Unit
Occupational Health and Safety Division
Ministry of Labour
400 University Avenue
TORONTO Ontario
M7A 1T7

Canadian Centre
for Occupational Health
and Safety

PCBs — THE CURRENT SITUATION

CCOHS NUMBER P86-3E

ISBN 0-660-12075-5

DSS CATALOGUE NUMBER CC273-2/86-3E

This publication is available
in both official languages.

Cette publication est disponible
dans les deux langues officielles.

While the Centre endeavours to ensure the accuracy and completeness of information provided, it is understood that the Centre makes no warranty as to the accuracy or completeness of such information and assumes no liability for any damages or loss suffered as a result of any inaccuracy or incompleteness therein.

Published 1986

Additional copies available upon request.

250 Main Street East
Hamilton, Ontario
L8N 1H6
(416) 572-2981
Telex 061-8532

Canadian Centre
for Occupational Health
and Safety

CONTENTS

SECTION	CONTENT	PAGE
1	**What are PCBs?**	1
2	**Routes of Human Exposure**	1
3	**Health Effects of Occupational Exposure**	2
3.1	Short-Term Exposure	2
3.2	Long-Term Exposure	2
	Skin	2
	Nervous System	2
	Liver	2
	Reproductive Effects	2
	Cancer	2
	Other Symptoms	3
3.3	Levels of PCBs in the Body	4
4	**Health Effects of PCB Food Poisoning**	4
	Skin	4
	Nervous System	4
	Eyes	5
	Liver	5
	Reproductive Effects	5
	Cancer	5
	Other Symptoms	5
5	**Comparison of Occupational Exposures and Food Poisoning**	5
6	**PCBs and Cancer**	6
6.1	Animal Studies	6
6.2	Conclusion	6
7	**Tests for PCB Exposure**	7
8	**Occupational Exposure Limits**	7
9	**Protective Clothing**	10
9.1	PCB-Resistant Materials	10
10	**Regulations on the Uses of PCBs**	10
10.1	Background	10
10.2	Current Laws	11

Canadian Centre
for Occupational Health
and Safety

SECTION	CONTENT	PAGE
11	Disposal	11
12	Transportation	12
13	Fires Involving PCBs	12
14	PCB Substitutes	13
15	References	15

1. What are PCBs

PCB is the common name for a family of chemicals called polychlorinated biphenyls. The name describes the process by which PCBs were manufactured. The chemical biphenyl was combined with chlorine (''chlorinated'') to form complex products containing many (''poly'') chlorine atoms bonded to the biphenyl molecules. PCBs were manufactured for different purposes by varying the extent of chlorination.

PCBs have been widely used for over 50 years, primarily as insulating (dielectric) fluids in electrical equipment such as transformers and capacitors. PCBs have also been used extensively as heat exchange fluids and hydraulic fluids[1]. The principal advantages of PCBs in these applications have been their stability, resistance to fire, and electrical insulating properties.

Unfortunately, some of the same qualities that have made PCBs so attractive for industrial use have led to their major negative impact on the environment. PCBs are broken down very slowly, and fifty years of their uncontrolled use and disposal have resulted in widespread contamination of the environment.

PCB residues can be found in the air, water, and soil, as well as in the bodies of fish, birds, mammals, and humans. Since they are virtually insoluble in water, they tend to become attached to sediments at the bottom of rivers, lakes, and oceans. PCBs accumulate in the fatty tissues of living creatures, so that they become more concentrated as they travel along the food chain.

Measurable quantities of PCBs have been found in the tissues of persons with no known PCB exposure. It is believed that most people living in industrialized nations have a measurable concentration of these chemicals in their bodies[1]. Although serious health effects have been seen in wildlife and domestic animals, the impact of environmental exposure on human health, especially in heavily industrialized and urban areas, is poorly understood.

Nevertheless, in recent years, as the extent of PCB contamination has been discovered, the use of these chemicals has been strictly regulated in Canada and in most countries of the world.

2. Routes of Human Exposure

PCBs can be ingested, inhaled, and absorbed through the skin. For individuals who come into occupational contact with PCBs, inhalation and skin absorption are the most likely routes of exposure. However, two large-scale incidents of accidental food poisoning in Asia have also provided information about PCBs' health effects — and have reinforced general concern about their presence in the workplace and the environment.

3. Health Effects of Occupational Exposure

3.1 Short-term Exposure

Accidental spills and similar incidents can result in short-term exposure of workers to PCBs. Normally, no health effects are seen following brief exposures. Reversible skin and eye irritation may occur if there is prolonged direct contact with the liquid[9].

3.2 Long-term Exposure

Most reported health effects of PCBs have been related to long-term exposure (months to years). The effects of such exposures have been studied, in particular, among workers engaged in manufacturing equipment containing PCBs. The most common signs and symptoms were related to the skin and nervous system. The effects can be summarized as follows.

Skin

Reported problems include chloracne (an acne-like condition), rashes, a burning sensation, increased pigmentation (coloration) and thickening of the skin, and thickening and discoloration of the nails[10].

Nervous System

Reported symptoms include headache, dizziness, depression, memory loss, fatigue, nervousness, sleeplessness and drowsiness[9,10].

Liver

There is evidence of changes in liver function, including increased levels of enzymes active in the digestive process and in breaking down toxic chemicals[10]. Reports of jaundice and other forms of liver damage date from early years in association with extreme exposure to PCB/chloronaphthalene mixtures[2].

Reproductive Effects

Information on the reproductive effects of occupational exposure to PCBs is extremely limited. One study found that women working in areas of high PCB exposure had slightly shorter pregnancies and delivered smaller babies than did women working in low-exposure areas. Information was not available on certain factors, such as smoking, which can also contribute to low birth weights[14]. Definite conclusions on this subject have not been reached.

Cancer

There have been several studies of the possible occurrence of PCB-related cancers among occupationally-exposed workers. The studies were done by comparing the actual numbers of cancers among specific groups of workers with the expected number, calculated

Cancer *continued*

from an unexposed group matched for sex, age, place of residence, and other characteristics.

While there have been reports of increased occurrences of some types of cancer, most of these observations have not been statistically significant*. The occurrences have involved various sites in the body, and this inconsistency complicates the identification of any human cancer risk from exposure to PCBs.

In a study of 2,567 workers in two capacitor manufacturing plants, there was a lower than expected number of deaths from all causes, including cancer[15]. In both plants the number of deaths from liver cancer and rectal cancer was larger than expected, but was within the normal range. Three of the four rectal cancers occurred among women employed in one of the two plants, and the rectal cancer rate in this group was significantly increased.

In another study, the number of deaths among 1,310 capacitor-manufacturing workers, 290 men and 1,020 women, was determined for the period 1954-1978[16]. The data for this group were compared with the number of deaths among people of the same sex and age living in the same city during the same period. The men were found to have a cancer death rate significantly higher than expected, which showed up largely as cancer of the digestive system, lymphatic system, and blood-forming organs. The number of cancer deaths among the women was also more than expected, but it was not statistically significant.

A third study suggested that there was a larger than expected number of cases of melanoma, a form of skin cancer, among 31 workers with heavy PCB exposure[7]. This result has not been confirmed in the other studies.

Other Symptoms

Nose and throat irritation, chest tightness, muscle and joint pain, decreased lung function, loss of appetite, loss of weight, nausea, vomiting, and abdominal pain have also been associated with occupational exposure to PCBs[10,11].

**Statistical significance refers to the likelihood that the observed cancers are related to exposure to the agent. There is a natural variability in the occurrence of cancer, which can be estimated statistically. The number of cancers is considered statistically significant if it is unlikely (normally, less than 1 chance in 20) that the number is in the normal range (could have occurred by chance). The more different the number is from the norm, the more significant it is.*

3.3 Levels of PCBs in the Body

Occupationally exposed workers have been found to have increased levels of PCBs in their blood and fat[9,10,12]. There may be a relationship between skin problems and levels of PCBs in the liquid portion of the blood (blood plasma)[13], but no clear relationship between symptoms and concentrations of PCBs in the body has been found[10].

4. Health Effects of PCB Food Poisoning

In the summer of 1968, a large group of residents in the western part of Japan experienced a form of poisoning known as "Yusho" (oil disease). Almost 2000 people were exposed to high concentrations of PCBs (about 1000 parts per million) in rice oil which had been contaminated during processing[1].

The rice oil also contained unusually high concentrations of polychlorinated dibenzofurans (PCDFs). PCDFs are formed by heating PCBs and are present at variable (usually low) concentrations in most PCB products[32]. Limited information is available on the toxicity of PCDFs, but it appears that the effects of exposure to PCDFs are generally similar to those of dioxins (polychlorinated dibenzo-p-dioxins, PCDDs)[32]. PCDFs are suspected of playing an important role in the development of symptoms in the "Yusho" incident[1].

The concentration of PCDFs in the rice oil was about 5 ppm (parts per million). This degree of contamination can best be explained as the result of the formation of PCDFs from PCBs during prolonged heating. There is considerable experimental evidence of this transformation[32,34].

Various symptoms were seen in the victims of the accidental poisoning. Skin, nervous system and digestive problems were common.

Skin

Chloracne and dark pigmentation of the skin, nails, gums, lips, and mucous membranes (tissues lining the mouth and nose) were observed in many of the Yusho victims[1].

Nervous System

Reported symptoms include fatigue, headaches, heavy-headedness, dullness, numbness and pain in the arms and legs, and swelling and pain in the joints[1].

Eyes

Reported symptoms include excessive pigmentation of the tissues around the eyes (conjunctiva) and the eyelids, and cyst-like swelling of the eyelids associated with a thick discharge[1].

Liver

Little change was found in the overall appearance of the liver or in the results of routine liver function tests. Microscopic changes in liver tissue were observed as well as an increase in enzyme production similar to that found as a result of occupational exposure[1].

Reproductive Effects

Menstrual irregularities and hormonal changes were reported in Yusho victims. Children born to Yusho victims showed a variety of symptoms: dark pigmentation of the skin, gums and nails; excessive discharge from the eyes[1]; low birth weight; swelling of the face; changes in the skull; and teeth present at birth. These effects did not appear to be permanent and the children are reported to have developed normally[17].

Cancer

Nine Yusho victims died of cancer in the first five years following the initial reports of the poisoning. Over the next six years, two more deaths were reported. The affected organs included the stomach, liver, lung, and esophagus[7,18]. The total deaths from cancer represented 35.4 percent of all deaths among Yusho victims during this period. This figure was higher than the expected death rate from cancer (21.1 percent) in Japan. However, because of the small total number of cancers and the many different cancer sites, this does not represent adequate evidence of a cause and effect relation between the cancers and the poisoning incident[7,8]. The long-term occurrence of cancer among the Yusho victims is being studied.

Other Symptoms

Intermittent abdominal pain was reported. Respiratory symptoms included chronic bronchitis and cough with sputum, although lung function appeared to be normal[1,11].

5. Comparison of Occupational Exposures and Food Poisoning

The health effects observed among workers occupationally exposed to PCBs differ from those found among victims of the food poisoning incidents. When a group of workers was compared with a group of Yusho patients five years after the poisoning incident, it was found that the workers had PCB blood levels which were

Comparison of Occupational Exposures and Food Poisoning *continued*

from 10 to 150 times greater than the blood levels of the Yusho patients. Most of the workers were free of symptoms while the Yusho patients still showed signs and symptoms which were characteristic of the disease[1].

The reasons for these differences are not completely understood, but it is believed that the relatively high levels of PCDFs in the rice oil may be responsible for many of the symptoms shown by the food poisoning victims. The differences in duration and routes of exposure may also help to explain the differences in health effects. Workers were generally exposed over a number of years by skin absorption and inhalation. The food poisoning victims ingested PCBs over a matter of months[7].

6. PCBs and Cancer

There has been considerable concern about the possible relation between exposure to PCBs and the development of cancer. This concern can be traced both to the cancer-related deaths of a number of Yusho victims and PCB-exposed workers and to the development of cancer in laboratory animals treated with PCBs.

6.1 Animal Studies

Feeding studies have shown that certain PCB products can cause cancerous and non-cancerous liver tumours in rats and mice[1,2,7]. The results of several studies have been negative or inconclusive[2,7]. It appears that the ability of PCBs to cause cancer in experimental animals is dependent upon factors which include the sex, strain, and species of the test animal, and the nature of the PCB formulation used in the studies. It should be noted that tumour production has been observed after long exposures to relati ely high doses of PCBs[7].

6.2 Conclusion

The International Agency for Research on Cancer (IARC) has evaluated the various types of evidence on the link between cancer and PCBs. It concluded that the evidence for the carcinogenicity of PCBs to humans was "inadequate", that, "because of major qualitative or quantitative limitations, the studies cannot be interpreted as showing either the presence or absence of a carcinogenic effect"[8]. The evidence for the carcinogenicity of PCBs to animals was judged "sufficient".

In reaching an overall conclusion, the IARC considered the evidence from studies in humans and experimental animals, and from short-term tests. The combination of "sufficient" evidence in animals and "inadequate" evidence in humans resulted in a

Conclusion
continued

conclusion that PCBs are "probably carcinogenic to humans". Although, according to the criteria used by the IARC, there was a "lower degree of evidence" to support this conclusion[8].

7. Tests for PCB Exposure

As indicated earlier, most people have measurable amounts of PCBs in their bodies as a result of environmental exposure. Blood, fat and breast milk are the materials most commonly analyzed to determine PCB concentrations. Breast milk is easily obtained and is useful for studying PCB concentrations in women of childbearing age in the general population. Blood and fat are generally analyzed in studies of workers.

People who have been occupationally exposed to PCBs tend to have higher concentrations of PCBs in their blood and fat than people without occupational exposure. Since it is not possible, at present, to relate particular PCB concentrations to health effects[1], analysis of blood and fat can only indicate if there has been exposure to PCBs at levels higher than those in the general environment.

In the past, skin rashes or acne-like eruptions were often the first signs of occupational overexposure to PCBs. Today, these symptoms are rare. If exposure to PCBs is suspected, persons with unusual rashes or acne should be referred to a physician knowledgable in the diagnosis and treatment of occupational skin diseases.

8. Occupational Exposure Limits

In most Canadian jurisdictions, occupational exposure limits are similar to the Threshold Limit Values (TLVs) recommended by the American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH). The ACGIH lists exposure limits for two of the most common PCBs (called chlorodiphenyls by ACGIH), one containing 42% chlorine and the other containing 54% chlorine. These are the two most widely used types of PCBs. The values for 1985-86 are as follows[19].

a. **42% Chlorine**
Time-weighted average (TLV-TWA)*: 1 milligram per cubic metre (mg/m^3).

Short-term exposure limit (TLV-STEL)**: 2 mg/m^3.

Occupational Exposure Limits
continued

b. **54% Chlorine**
TLV-TWA*: 0.5 mg/m^3

TLV-STEL**: 1 mg/m^3

*TLV-TWA is defined as the time-weighted average concentration in workplace air for a normal eight-hour workday and a 40-hour workweek.

**TLV-STEL is defined as a 15 minute time-weighted average concentration in workplace air which should not be exceeded at any time during a workday. Exposures at the STEL should not be longer that 15 minutes and should not be repeated more than four times per day. There should be at least 60 minutes between successive exposures at the STEL, and the TWA should not be exceeded.

Skin Notation: For both types of PCBs, a notation is added to indicate that contact with the skin, eyes, and mucous membranes may contribute significantly to the overall exposure. The purpose of this notation is to alert workers to the importance of measures for the prevention of skin absorption, so that the threshold limit is not invalidated.

Some Canadian jurisdictions use guidelines or legislated exposure limits which differ significantly from the ACGIH values. Table I lists the legislated exposure limits currently used in the various Canadian jurisdictions. For clarification or further information concerning these limits, or for information on acceptable exposure levels in jurisdictions for which no limits are given, contact the responsible government agencies.

Table I Legislated Occupational Exposure Limits

	Exposure Limits	
	8-Hour Limit	15-Minute Limit
B.C.[20]		
42% Chlorine	1 mg/m^3	2 mg/m^3
54% Chlorine	0.5 mg/m^3	1 mg/m^3
Alberta[21]		
42% Chlorine	1 mg/m^3	2 mg/m^3
54% Chlorine	0.5 mg/m^3	1 mg/m^3
Saskatchewan[22] Polychlorinated biphenyls	Intake into the body to be prevented by adequate engineering controls and suitable personal protective equipment.	
Manitoba	No legislated limit	
Ontario	No legislated limit. A Notice of Possible Designation of PCBs was published 1985 10 12.	
Quebec[23]		
42% Chlorine	1 mg/m^3	2 mg/m^3
54% Chlorine	0.5 mg/m^3	1 mg/m^3
New Brunswick[24]	ACGIH TLVs (1976)	
Nova Scotia[25]	ACGIH TLVs	
Prince Edward Island	No legislated limit	
Newfoundland[26]	ACGIH TLVs	
Northwest Territories[27]	ACGIH TLVs	
Yukon	No legislated limit	
Federal Jurisdiction (Canada Labour Code)[28]	ACGIH TLVs	

9. Protective Clothing

Occupational health and safety legislation in all Canadian jurisdictions requires the use of appropriate personal protective equipment to prevent the inhalation and skin absorption of hazardous materials. Government departments in each jurisdiction can provide information on their particular requirements.

Environment Canada[29] has prepared recommendations on the procedures to be used during the handling of PCBs. It recommends the use of impervious gloves, boots and aprons, and a face shield. Protective clothing must be properly decontaminated or disposed of after handling PCB liquids, since PCBs can cause some materials to deteriorate. The use of a self-contained breathing apparatus (SCBA) may be necessary under certain circumstances to minimize the risk of inhalation exposure.

9.1 PCB-Resistant materials

The degree of protection offered by PCB-resistant materials can vary depending upon the material thickness, manufacturer, batch, material defects, and nature of the PCB mixture[30]. Materials which have proved to be particularly resistant to the passage of some PCBs include Viton (DuPont), Silastic 50 (Dow Corning), and nitrile rubber[30].

Materials which have been found to perform poorly include polyvinyl alcohol (PVA) and surgical rubber[30].

Certain materials perform inconsistently when tested under a variety of conditions. Teflon, for example, does well in certain situations, but physical defects caused by flexing may permit PCBs to pass through[30]. Teflon is not generally recommended for protection against PCBs.

Other materials, such as neoprene and rubber, may be used for short periods of time, but may lose their resistance and should be discarded immediately after use[29].

Details on the resistance of different materials to PCBs may be found in the Environment Canada publication[29] and in a recent study by Stampfer et al.[30]

10. Regulations on the Uses of PCBs

10.1 Background

At one time, PCBs had a wide range of applications. In addition to their major uses in electrical equipment and hydraulic and heat exchange fluids, they were also found in products such as lubricating oils, adhesives, wax extenders, de-dusting agents, inks, catalyst carriers, and in immersion oils for microscopes[1,2].

As concern over the hazards of PCBs has mounted, their use in Canada has come under increasingly strict regulation. In 1977,

Background
continued

a regulation under the Environmental Contaminants Act limited their use to heat exchangers, hydraulic systems, and vapour diffusion pumps which had been in use in the country before March 1, 1977; and to insulating fluids in capacitors, transformers and associated switchgear[3]. At that time, the importation and manufacture of capacitors, transformers and associated switchgear containing PCBs were still permitted.

10.2 Current Laws

In 1980, the importation and manufacture of capacitors, transformers and associated switchgear containing PCBs were banned, as was the use of PCBs in electromagnets used to handle human or animal food, or food additives[4].

Additional regulations came into force on August 1, 1985. These regulations limit the concentration of PCBs in equipment offered for sale or in material released into the environment to 50 parts per million[5,6].

As of late 1985, the Environmental Contaminants Act permits the following uses for PCBs[4]:

1. Insulating fluids in electrical capacitors and transformers and associated electrical equipment manufactured in or imported into Canada before July 1, 1980.

2. Heat transfer equipment, hydraulic equipment, vapour diffusion pumps and electromagnets (for uses other than the handling of human or animal food or additives) designed to use PCBs, and in use in Canada before September 1, 1977.

3. Machinery or equipment designed to destroy the chemical structure of PCBs. (Also see Section 11, Disposal.)

For detailed information concerning the current status of environmental regulations regarding PCBs, contact Environment Canada, provincial, and local environmental authorities.

11. Disposal

At present, there are no approved methods for the destruction of PCBs in Canada. Organizations which hold PCB waste or equipment containing PCBs must store this material until the related health, environmental, and political issues have been resolved.

The Environmental Contaminants Act allows for the use of PCBs in equipment designed to break down their chemical structure. In principle, then, the Act allows for the disposal of PCBs. However,

Disposal
continued

the regulations governing PCB disposal fall under the jurisdiction of the provinces and to date, provincial consent for disposal has not been given.

British Columbia, Alberta, Saskatchewan, Manitoba, and Quebec have permitted the chemical decontamination of PCB-contaminated mineral oil. In Ontario, steps are being taken which may lead to the establishment of a regulatory and administrative framework which would allow for the licensing and use of mobile PCB destruction facilities.

For detailed information concerning the current status of environmental regulations regarding the disposal of PCBs, contact provincial and local environmental authorities.

12. Transportation

The transportation of PCBs between provinces is regulated by Transport Canada. A recent court decision has denied provinces the right to limit interprovincial transport of PCBs.

Incidents involving the leakage of PCBs from transformers being carried across provincial boundaries have led to changes in the regulations governing their transport. The federal Transportation of Dangerous Goods Regulations, which came into effect on July 1, 1985, contain provisions for the handling, offering for transport, and transporting of PCBs[31]. The regulations require that PCBs, or any article containing PCBs, must be properly enclosed in a rigid, leak-proof packaging or container, protected from the weather, and well secured to the transport vehicle.

Large objects, such as transformers, which cannot be enclosed, must be drained and their contents transported in a special container. The object which originally contained the PCBs must be equipped with a device to catch any material which may leak out, and must be protected from the weather and properly secured to the vehicle.

For detailed information concerning current or proposed regulations governing the transportion of PCBs in Canada, contact Transport Canada, provincial, and local authorities responsible for the regulation of the transportation of hazardous goods.

13. Fires Involving PCBs

PCBs do not burn readily but can be degraded by heat to form extremely toxic polychlorinated dibenzofurans (PCDFs). PCDFs are formed when PCBs are heated in the presence of oxygen at temperatures in the range 250-700°C. Dioxins (PCDDs, polychlorinated dibenzo-p-dioxins) are not formed by heating

Fires Involving PCBs *continued*

PCBs. However, dioxins can be formed by heating chlorinated benzenes (PCBZs), which are normally present with PCBs in transformer insulating fluids (askarels)[32-35].

Analysis of samples of soot taken at the sites of fires involving transformers and capacitors have shown that PCDFs can be formed[32-34]. When chlorinated benzenes were present in the equipment, dioxins have also been detected[32-35]. In addition, the soot contains significant amounts of PCBs.

Environment Canada has published a report, "Fires in Electrical Equipment Containing PCBs : Recommendations to Prevent Contamination by PCDFs"[33]. The report contains recommendations in three areas: protection of individual health and safety, equipment and facilities, and environmental concerns. In each area, three phases of emergency planning are discussed: prevention, fire-fighting and clean-up.

Preventative measures are emphasized in the report. These include information and training, identification of equipment containing PCBs, installation and maintenance of protective systems (e.g. fire alarms, extinguishers, emergency electrical cut-off, and control of contamination by leaking PCB liquids, vapours or soot), and preparation of an emergency response plan. Where possible, the removal of PCBs from equipment and replacement with non-PCB fluids is recommended.

14. PCB Substitutes

Some types of equipment which contain PCBs are sealed and do not require topping up. Capacitors are one example. Transformers may require replacement of liquid which has been lost due to leakage or testing. Since the use of PCBs to top up transformers is forbidden[4], a suitable substitute such as tri/tetrachlorobenzene (TTCB) or refined paraffinic oil must be used[29]. Addition of excessive amounts of makeup fluid may damage the transformer. Consult the equipment manufacturer concerning the composition and amount of makeup fluid which may be used[29].

PCBs are sometimes removed from transformers and replaced with a suitable fluid. This process is known as retrofilling. It should not be done unless the replacement fluid has the properties necessary for the safe and efficient operation of the transformer. Some types of fluids which may be used for this purpose are[29]:

- silicone fluids,
- chlorinated benzenes (eg. TTCB),
- aliphatic hydrocarbons (eg. paraffinic oil),
- poly-alpha-olefins (synthetic hydrocarbons),
- esters

PCB Substitutes
continued

Consult the equipment manufacturer and the manufacturer or supplier of the PCB substitute to ensure that the equipment may be operated properly following addition of the substitute fluid.

REFERENCES

1. Kimbrough, R.D., ed. Halogenated biphenyls, terphenyls, naphthalenes, dibenzodioxins and related products. Amsterdam : Elsevier/North-Holland Biomedical Press, 1980

2. IARC Monographs on the evaluation of the carcinogenic risk of chemicals to man : vol. 18 : polychlorinated biphenyls and polybrominated biphenyls. Lyon : International Agency for Research on Cancer, 1978. p. 54-66

3. Chlorobiphenyl regulations no. 1. Canada Gazette Part II. Vol. 111, no. 18 (1977)

4. Chlorobiphenyl regulations no. 1, amendment. Canada Gazette Part II. Vol. 114, no. 13 (1980)

5. Chlorobiphenyl regulations no. 2 (product). Canada Gazette Part I. (January 21, 1984). p. 550

6. Chlorobiphenyl regulations no. 3 (release). Canada Gazette Part I. (January 21, 1984). p. 551-555

7. Safe, S. Polychlorinated biphenyls (PCBs) and polybrominated biphenyls (PBBs) : biochemistry, toxicology, and mechanism of action. CRC Critical Reviews in Toxicology. Vol. 13, no. 4 (1984). p. 319-395

8. IARC Monographs on the evaluation of the carcinogenic risk of chemicals to man : supplement 4. Lyon : International Agency for Research on Cancer, 1982. p. 11-16, 217-219

9. Chase, K.H.; Wong, O.; Thomas, D.; Berney, B.W.; Simon, R.K. Clinical and metabolic abnormalities associated with occupational exposure to polychlorinated biphenyls (PCBs). Journal of Occupational Medicine. Vol. 24, no. 2 (1982). p. 109-114

10. Fischbein, A.; Wolff, M.S.; Lilis, R.; Thornton, J.; Selikoff, I.J. Clinical findings among PCB-exposed capacitor manufacturing workers. Annals New York Academy of Sciences. Vol. 320 (1979). p. 703-715

11. Warshaw, R.; Fischbein, A.; Thornton, J.; Miller, A.; Selikoff, I.J. Decrease in the vital capacity in PCB-exposed workers in a capacitor manufacturing facility. Annals New York Academy of Sciences. Vol. 320 (1979). p. 277-282

12. Smith, A.B.; Schloemer, J.; Lowry, L.K.; Smallwood, A.W.; Ligo, A.N.; Tanaka, S.; Stringer, W.; Jones, M.; Hervin, R.; Glueck, C.J. Metabolic and health consequences of occupational exposure to polychlorinated biphenyls. British Journal of Industrial Medicine. Vol. 39 (1982). p. 361-369

13. Fischbein, A.; Wolff, M.S.; Bernstein, J.; Selikoff, I.J.; Thornton, J. Dermatological findings in capacitor manufacturing workers exposed to dielectric fluids containing polychlorinated biphenyls (PCBs). Archives of Environmental Health. Vol. 37, no. 2 (1982). p. 69-74

14. Taylor, P.R.; Lawrence, C.E.; Hwang, H-L.; Paulson, A.S. Polychlorinated biphenyls : influence on birthweight and gestation. American Journal of Public Health. Vol. 74, no. 10 (1984). p. 1153-1154

15. Brown, D.P.; Jones, M. Mortality and industrial hygiene study of workers exposed to polychlorinated biphenyls. Archives of Environmental Health. Vol. 36, no. 3 (1981). p. 120-129

16. Bertazzi, P.A.; Zocchetti, C.; Guercilena, S.; Della Fogia, M.; Pesatori, A.; Riboldi, L. Mortality study of male and female workers exposed to PCB's : proceedings of the International Symposium on the Prevention of Occupational Cancer, Helsinki, April 21-24, 1981. (1982). p. 242-248

17. Isles, K.; Pelmear, P.L. Health effects of polychlorinated biphenyls. Occupational Health in Ontario. Vol. 2, no. 3 (1981). p. 127-137

18. Kikuchi, M. Autopsy of patients with Yusho. American Journal of Industrial Medicine. Vol. 5 (1984). p. 19-30

19. TLVs threshold limit values for chemical substances and physical agents in the work environment and biological exposure indices with intended changes for 1985-86. Cincinnati, Ohio : American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH), 1985. p. 3-4, 13

20. Industrial health and safety regulations under the workers' compensation act (B.C. Reg. 585/77), table 1. Don Mills, Ontario : CCH Canadian Limited, 1980. p. 40,835

21. Chemical hazards regulation under the occupational health and safety act, Alta. Reg. 8/82, schedule A, table 1. Don Mills, Ontario : CCH Canadian Limited, 1983. p. 37,109

22. Occupational health and general regulations under the occupational health and safety act, R.R.S., c. O-1, Reg. 1, sec. 72. Don Mills, Ontario : CCH Canadian Limited, 1981. p. 80,238

23. Regulation respecting the quality of the work environment under an act respecting occupational health and Safety, R.R.Q., 1981 S-2.1, r. 15, part 1 : general table. Don Mills, Ontario : CCH Canadian Limited, 1983. p. 76,274

24. Occupational safety code regulations under the occupational health and safety act, N.B. Reg. 77-1, sec. 8. Don Mills, Ontario : CCH Canadian Limited, 1980. p. 50,158

25. Occupational health regulations under the public health act, N.S. Reg. O.C. 76-1510, sec. 4. Don Mills, Ontario : CCH Canadian Limited, 1980. p. 60,351

26. Occupational health and safety regulations, 1979 under the occupational health and safety act, Nfld. Reg. 104/79 as amended, sec. 25. Don Mills, Ontario : CCH Canadian Limited, 1983. p. 55,212

27. General safety regulations under the safety ordinance, R.R.N.W.T. 1980 Reg. 241, sec. 31. Don Mills, Ontario : CCH Canadian Limited, 1983. p. 32,405

28. Canada dangerous substances regulations under the Canada labour code, C.R.C. 1978, c. 997, sec. 10. Don Mills, Ontario : CCH Canadian Limited, 1984. p. 30,162

29. de Gonzague, J.; Lawrie, S. eds. Handbook on PCBs in electrical equipment. s.l. : Environmental Protection Service/Environment Canada, 1982. p. 21, 31, 39-41

30. Stampfer, J.F.; McLeod, M.J.; Betts, M.R.; Martinez, A.M.; Berardinelli, S.P. Permeation of polychlorinated biphenyls and solutions of these substances through selected protective clothing materials. American Industrial Hygiene Association Journal. Vol. 45, no. 9 (1984). p. 634-641

31. Transportation of dangerous goods regulations : schedule 3. Canada Gazette Part I (June 11, 1985); Transportation of dangerous goods regulations : amendment. Canada Gazette Part I (October 12, 1985)

32. Mitchell, M.F.; McLeod, H.A.; Roberts, J.R. Polychlorinated dibenzofurans : criteria for their effects on humans and the environment (publication no ; NRCC 22846). Ottawa, Canada : National Research Council Canada, 1984

33. Fires in electrical equipment containing PCBs : recommendations to prevent contamination by PCDFs (report EPS 1/CC/2). 1st edition. Ottawa, Ontario : Environmental Protection Service/Environment Canada, March 1985

34. Buser, H-R. Formation, occurrence and analysis of polychlorinated dibenzofurans, dioxins and related compounds. Environmental Health Perspectives. Vol. 60 (1985). p. 259-267

35. Hutzinger, O.; Choudhry, G.G.; Chittim, B.G.; Johnston, L.E. Formation of polychlorinated dibenzofurans and dioxins during combustion, electrical equipment fires and PCB incineration. Environmental Health Perspectives. Vol. 60 (1985). p. 3-9

Centre canadien
d'hygiène et de
sécurité au travail

Qu'en est-il des BPC?

par
•K. Loralee Idler*

*ADRESSE ACTUELLE: Unité de développement du programme
Division de la formation en santé et sécurité au travail
Ministère du Travail
400 University Avenue
TORONTO, Ontario
M7A 1T7

Centre canadien
d'hygiène et de
sécurité au travail

QU'EN EST-IL DES BPC?

NUMÉRO DU CCHST P86-3F

ISBN 0-660-91745-9

NUMÉRO DE CATALOGUE DSS CC273-2/86-3F

Cette publication est disponible
dans les deux langues officielles.

This publication is available
in both official languages.

Le Centre canadien d'hygiène et de sécurité au travail s'efforce de s'assurer que l'information qu'il distribue est exacte et exhaustive. Cependant il est entendu que le Centre ne se porte pas garant que ladite information est exacte et exhaustive et ne sera tenu responsable d'aucun dommage ni d'aucune perte subis par le demandeur par suite de l'utilisation d'une information inexacte ou incomplète.

Date de publication: 1986

Exemplaires supplémentaires disponibles sur demande.

250 rue Main est
Hamilton, Ontario
L8N 1H6
(416) 572-2981
Telex 061-8532

Centre canadien
d'hygiène et de
sécurité au travail

TABLE DES MATIÈRES

SECTION	SUJET	PAGE
1	**Que sont les BPC?**	1
2	**Voies d'absorption chez les humains**	2
3	**Effets sur la santé de l'exposition en milieu de travail**	2
3.1	Exposition à court terme	2
3.2	Exposition prolongée	2
	Peau	2
	Système nerveux	2
	Foie	2
	Appareil reproducteur	3
	Effets cancérogènes	3
	Autres symptômes	4
3.3	Concentrations de BPC dans l'organisme	4
4	**Effets sur la santé d'une intoxication alimentaire aux BPC**	4
	Peau	5
	Système nerveux	5
	Yeux	5
	Foie	5
	Appareil reproducteur	5
	Effets cancérogènes	6
	Autres symptômes	6
5	**Comparaison entre l'exposition en milieu de travail et l'intoxication alimentaire**	6
6	**Les BPC et le cancer**	7
6.1	Expériences sur des animaux	7
6.2	Conclusion	7
7	**Examens pour vérifier l'exposition aux BPC**	7
8	**Limites d'exposition en milieu de travail**	8
9	**Vêtements de protection**	11
9.1	Matériaux résistant aux BPC	11
10	**Règlements sur l'utilisation des BPC**	12
10.1	Rappel	12
10.2	Lois actuelles	12

Centre canadien
d'hygiène et de
sécurité au travail

SECTION	SUJET	PAGE
11	Élimination	13
12	Transport	13
13	Incendies en présence des BPC	14
14	Produits de substitution des BPC	15
15	Références	16

1. Que sont les BPC?

On appelle communément BPC une famille de produits chimiques dont le nom, biphényles polychlorés, sert à décrire le procédé de fabrication. En chlorant la molécule de biphényle, on obtient un produit complexe qui renferme plusieurs (poly) atomes de chlore liés chimiquement à la molécule de biphényle. Différents degrés de chloration permettent d'obtenir des BPC destinés à divers usages.

Depuis plus de 50 ans, l'usage des BPC s'est répandu; ils servent surtout de fluides isolants (diélectriques) dans des appareils électriques comme des transformateurs et des condensateurs. Les BPC sont de plus largement utilisés comme liquide d'échange thermique et liquide hydraulique[1]. Les principales caractéristiques des BPC sont leur stabilité, leur ininflammabilité et leur propriété d'isolant électrique.

Malheureusement, ces mêmes qualités qui ont rendu les BPC si intéressants pour l'industrie sont également la cause de leurs effets nuisibles sur l'environnement. En effet, les BPC ne se dissocient que très lentement et cinquante années d'utilisation incontrôlée et d'élimination non réglementée se sont soldées par une contamination étendue de l'environnement.

On trouve des résidus de BPC dans l'air, l'eau et le sol, ainsi que dans les poissons, les oiseaux, les humains et autres mammifères. Étant donné qu'ils sont pratiquement insolubles dans l'eau, ils ont tendance à se déposer sur les sédiments au fond des lacs, des rivières et des océans. Les BPC s'accumulent dans les tissus adipeux des organismes vivants et deviennent donc de plus en plus concentrés à mesure qu'ils progressent le long de la chaîne alimentaire.

On a découvert des quantités mesurables de BPC dans les tissus de personnes qui, à leur connaissance, n'avaient jamais été exposées à ce produit. On croit que le corps de la majorité des habitants des pays industrialisés contient une concentration mesurable de BPC[1]. Même si on a déjà observé des problèmes de santé graves chez des animaux sauvages et domestiques, on perçoit encore très mal les effets que pourrait entraîner chez les humains une exposition aux BPC, plus particulièrement dans des zones urbaines très industrialisées.

Quoi qu'il en soit, depuis qu'ils se sont rendu compte de l'étendue des dégâts, la plupart des pays, y compris le Canada, ont établi, depuis les dernières années, des normes d'utilisation très sévères.

2. Voies d'absorption chez les humains

L'exposition aux BPC se fait par ingestion, inhalation et absorption cutanée. L'inhalation et l'absorption cutanée sont les voies d'exposition les plus courantes des personnes qui sont en contact avec des BPC au travail. Deux accidents graves d'intoxication alimentaire survenus en Asie ont fourni des renseignements précieux sur les effets des BPC sur la santé et ont contribué à aviver les craintes du grand public quant à la présence de ces produits toxiques au travail et dans l'environnement.

3. Effets sur la santé de l'exposition en milieu de travail

3.1 Exposition à court terme

Les travailleurs peuvent être exposés aux BPC pendant une brève période à cause de déversements accidentels ou d'autres incidents semblables. En général, ces expositions à court terme n'ont aucun effet sur la santé. On signale toutefois certains cas d'irritation de la peau et des yeux s'il y a eu un contact direct prolongé de ces organes avec des BPC liquides, mais ces effets sont temporaires[9].

3.2 Exposition prolongée

La plupart des effets signalés sont dûs à des expositions prolongées aux BPC (en termes de mois ou d'années). On a plus particulièrement étudié ces effets sur les personnes qui travaillent dans des usines de fabrication d'appareils contenant des BPC. La peau et le système nerveux sont les parties du corps les plus communément affectées. Ces effets sont résumés dans les paragraphes qui suivent.

Peau

Les effets signalés sont les suivants: chloracné (semblable à l'acné), éruptions, sensation de brûlure, augmentation de la pigmentation (coloration) et épaississement de la peau, épaississement et décoloration des ongles[10].

Système nerveux

Les symptômes signalés sont les suivants: maux de tête, étourdissements, dépression, perte de mémoire, lassitude, nervosité, insomnie et somnolence[9,10].

Foie

On a signalé certaines altérations des fonctions hépatiques, notamment une augmentation de la production des enzymes responsables de la digestion et de la dissociation des substances chimiques toxiques[10]. Les rapports faisant état de cas de jaunisse et d'autres formes de maladies du foie remontent aux premières années d'utilisation des BPC et sont associés aux expositions intenses à des mélanges de BPC et de chloronaphtalène.

Appareil reproducteur

On ne dispose que de très peu de renseignements sur les effets sur l'appareil reproducteur d'une exposition aux BPC au travail. Une étude a démontré que chez les femmes qui travaillent dans des zones où l'exposition aux BPC est élevée, la grossesse était moins longue et les bébés plus petits que chez les femmes qui travaillaient dans des endroits où l'exposition était faible. Cette étude ne tient toutefois pas compte de certains autres facteurs, notamment le tabagisme, qui peuvent également être responsables du poids peu élevé des bébés à la naissance[14]. On n'est pas encore parvenu à une conclusion définitive à ce sujet.

Effets cancérogènes

Plusieurs études ont été menées sur la possibilité qu'avaient les personnes exposées aux BPC au travail de contracter un cancer. On a procédé en comparant le nombre réel de cas de cancer chez un groupe particulier de travailleurs à un nombre connu calculé à partir d'un groupe de personnes non exposées et classées selon le sexe, l'âge, le lieu de résidence et autres caractéristiques.

On a remarqué une augmentation de certains types de cancer, mais ces observations n'ont pas de valeur statistique réelle*. Les études ont démontré que différentes parties du corps étaient touchées, et ce manque d'uniformité rend encore plus complexe l'établissement d'un lien définitif entre le risque de développer un cancer particulier et l'exposition aux BPC.

Au cours d'une étude auprès de 2 567 travailleurs dans deux usines de fabrication de condensateurs, on a découvert que le nombre de décès dûs à toutes les causes, y compris le cancer, était plus faible que prévu[15]. Dans les deux usines, le nombre des décès survenus à la suite d'un cancer du foie et du rectum était plus élevé que prévu, mais restait dans les limites de la normale. Trois des quatre personnes atteintes du cancer du rectum étaient des femmes qui travaillaient dans la même usine, ce qui a fait augmenté de façon significative le taux de cancer de rectum de ce groupe.

Au cours d'une autre étude, on a déterminé le nombre des décès survenus entre 1954 et 1978 dans un groupe de 1 310 travailleurs d'une usine de fabrication de condensateurs, dont 290 hommes

---

**La valeur statistique dépend de la probabilité que des cancers observés soient dûs à l'exposition à la substance en question. Le nombre de cancers qui se développent naturellement varie, et on peut évaluer statistiquement cette variabilité. On considère qu'un nombre de cancer est statistiquement significatif s'il est peu probable (habituellement moins d'une chance sur 20) que ce nombre soit dans la gamme normale (c'est-à-dire qu'il soit dû au hasard). Plus un nombre s'éloigne de la norme, plus il est significatif.*

Effets cancérogènes *suite*

et 1 020 femmes[16]. Ces données ont été comparées au nombre de décès de personnes du même sexe et du même âge qui vivaient dans la même ville durant la même période. On a découvert que le nombre d'hommes décédés des suites d'un cancer du système digestif, du système lymphatique et des organes hématopoïétiques était significativement plus élevé que prévu. Chez les femmes, le nombre de décès dû au cancer était également plus élevé que prévu, mais il ne revêtait pas grande valeur statistique. Il semble que le nombre de cas de mélanoblastome, sorte de cancer de la peau, était plus élevé que prévu dans un groupe de 31 travailleurs ayant subi une exposition intense aux BPC[7]. Aucune autre étude n'a confirmé ces résultats.

Autres symptômes

D'autres symptômes, c'est-à-dire irritation des voies nasales et de la gorge, sensation d'oppression, douleurs musculaires et articulaires, diminution de la fonction pulmonaire, perte d'appétit, perte de poids, nausées, vomissements et douleurs abdominales, ont également été associés à des expositions professionnelles aux BPC[10,11].

3.3 Concentrations de BPC dans l'organisme

On a découvert des augmentations de la concentration de BPC dans le sang et les tissus adipeux chez des personnes exposées au produit à leur travail[9,10,12]. Il pourrait y avoir une relation entre les troubles cutanés et le niveau de BPC dans le plasma sanguin[13], mais aucune corrélation sûre n'a été établie entre d'autres symptômes et la concentration de BPC dans le corps humain[10].

4. Effets sur la santé d'une intoxication alimentaire aux BPC

Durant l'été 1968, un grand nombre d'habitants de la partie occidentale du Japon ont subi une forme d'intoxication alimentaire que l'on a appelé Yusho, ou maladie de l'huile. Environ 2 000 personnes ont été exposées à des concentrations élevées de BPC (environ 1 000 parties par million) en ingérant de l'huile de riz contaminée au cours du raffinage[1].

L'huile de riz contenait également des concentrations anormalement élevées de polychlorodibenzofuranne (PCDF). Les PCDF sont formés en chauffant les BPC et sont présents à des concentrations variables (habituellement faibles) dans la plupart des produits à base de BPC[32]. On possède peu de renseignements sur la toxicité des PCDF, mais il semble que les effets d'une exposition à ces substances ressemblent en général à ceux d'une exposition aux dioxines (polychlorodibenzo p dioxine ou PCDD)[32]. On croit

Effets sur la santé d'une intoxication alimentaire aux BPC
suite

que les symptômes signalés à la suite de l'incident Yusho pourraient être en grande partie attribuables aux PCDF[1]. La concentration de PCDF dans l'huile de riz était d'environ 5 ppm (parties par million). Selon toute vraisemblance, on peut attribuer à un chauffage prolongé des BPC cette concentration élevée de PCDF. Cette réaction chimique a été maintes fois démontrée par des expériences en laboratoire[32,34].

Parmi les divers symptômes dont ont souffert les victimes de l'intoxication alimentaire, les problèmes cutanés, les troubles du système nerveux et digestifs étaient les plus communs.

Peau

On a signalé des symptômes de chloracné et de pigmentation foncée de la peau, des ongles, des gencives, des lèvres et des muqueuses (tissus qui tapissent l'intérieur de la bouche et des voies nasales) chez de nombreuses victimes du Yusho[1].

Système nerveux

On a signalé plusieurs symptômes: lassitude, maux de tête, sensations de lourdeur dans la tête, apathie, engourdissement et douleurs dans les bras et les jambes, et enflures et douleurs dans les articulations[1].

Yeux

On a signalé entre autres symptômes la pigmentation excessive des tissus oculaires (conjonctives) et des paupières, ainsi que des enflures des paupières (semblables à des kystes) associées à des écoulements visqueux[1].

Foie

On a découvert peu de changement dans l'aspect général du foie ou dans les résultats de tests usuels de la fonction hépatique. On a cependant remarqué quelques changements microscopiques dans les tissus hépatiques ainsi qu'une augmentation de la production d'enzymes, phénomène semblable aux effets d'une exposition en milieu de travail[1].

Appareil reproducteur

On a observé chez certaines victimes du Yusho des menstruations irrégulières et des changements hormonaux. Les enfants nés des victimes du Yusho présentaient divers symptômes: pigmentation foncée de la peau, des gencives et des ongles; écoulement abondant des yeux[1]; insuffisance pondérale à la naissance; enflure du visage; modification de la forme du crâne; présence de dents à

Appareil reproducteur *suite*

la naissance. Aucun de ces effets n'a semblé être permanent et selon les rapports, les enfants se sont par la suite développés normalement[17].

Effets cancérogènes

Au cours des cinq premières années après l'accident, neuf victimes du Yusho sont mortes du cancer. Durant les six années qui ont suivi, deux autres personnes sont décédées. Les organes atteints étaient l'estomac, le foie, les poumons et l'oesophage (7,18). On attribue au cancer 35,4 pour cent de tous les décès chez les victimes du Yusho au cours de cette période. Ce nombre est plus élevé que le taux normal de décès dûs au cancer (21,1 pour cent) au Japon. Ces statistiques ne permettent cependant pas d'établir avec certitude une relation de cause à effet entre l'intoxication et le cancer, car le nombre total de cas signalés était peu élevé et les organes, atteints variaient énormément. À l'heure actuelle, on est en train d'étudier les effets cancérogènes à long terme des BPC chez les victimes du Yusho.

Autre symptômes

On a également fait état de cas de douleurs abdominales intermittentes et de problèmes respiratoires, notamment des bronchites chroniques et de la toux accompagnée d'expectorations, même si la fonction pulmonaire a semblé normale (1,11).

5. Comparaison entre l'exposition en milieu de travail et l'intoxication alimentaire

Les symptômes signalés par les personnes exposées aux BPC au travail diffèrent de ceux qu'ont éprouvés les victimes de l'intoxication alimentaire. Cinq ans après l'incident du Yusho, on a comparé un groupe de travailleurs à un groupe de victimes de l'intoxication alimentaire, et on a découvert que chez les travailleurs, la concentration de BPC dans le sang était de 10 à 150 fois supérieure à celle des Japonais. Pourtant, alors que les victimes du Yusho présentaient encore des signes d'intoxication, la plupart des travailleurs n'éprouvaient aucun symptôme[1].

On s'explique mal ces phénomènes. Il se peut que les concentrations relativement élevées de PCDF dans l'huile de riz puissent être la cause d'un grand nombre de troubles dont souffrent les victimes du Yusho. On pourrait également attribuer l'incompatibilité entre les effets signalés aux différences de la durée et des voies d'exposition. Chez les travailleurs, l'exposition se faisait en général par absorption cutanée et inhalation et s'étalait sur un certain nombre d'années. Par contre, les Japonais ont ingéré des BPC en l'espace de quelques mois seulement[7].

6. Les BPC et le cancer

On s'inquiète généralement de la relation possible entre l'exposition aux BPC et le cancer. Ces craintes se fondent en partie sur les rapports de décès associés au cancer des victimes du Yusho et des travailleurs exposés au BPC, ainsi que sur le développement de cancers chez les animaux de laboratoire traités aux BPC.

6.1 Expériences sur des animaux

Des expériences réalisées sur des rats et des souris ont démontré qu'une alimentation à base de BPC pouvait provoquer l'apparition de tumeurs hépatiques malignes et bénignes[1,2,7]. Les résultats de plusieurs études ont été négatifs ou peu concluants[2,7]. Il semble que les effects cancérogènes des BPC sur des animaux de laboratoire dépendent de certains facteurs, notamment le sexe, la résistance et l'espèce de l'animal, ainsi que de la nature du composé de BPC utilisé. Il faut noter que les tumeurs sont apparues à la suite d'expositions prolongées à des doses relativement élevées de BPC[7].

6.2 Conclusion

Le Centre international de recherche sur le cancer (CIRC) a évalué divers rapports sur la relation entre le cancer et les BPC. Le CIRC en est venu à la conclusion que les éléments permettant de prouver que les BPC avaient des effets cancérogènes sur les humains étaient insuffisants et qu'en raison de lacunes qualitatives et quantitatives majeures dans les études réalisées sur le sujet, on ne pouvait prouver avec certitude la présence d'effets cancérogènes[8]. Par contre, le CIRC a jugé suffisantes les preuves établissant le lien entre le cancer et l'exposition des animaux aux BPC.

Le CIRC a fondé son évaluation sur un certain nombre d'études sur des personnes et des animaux de laboratoire, ainsi que sur des expériences à court terme. En combinant les preuves suffisantes et les éléments insuffisants, les experts du Centre ont finalement conclu que les BPC étaient probablement cancérogènes pour les humains, même si, selon leurs critères, cette conclusion s'appuie sur des preuves incertaines[8].

7. Examens pour vérifier l'exposition aux BPC

Comme nous l'avons déjà signalé, la plupart des gens présentent des concentrations mesurables de BPC dues à l'exposition dans l'environnement. Pour quantifier ces concentrations, on peut analyser le sang, les tissus adipeux et le lait maternel. Le lait maternel, par exemple, peut s'obtenir facilement et est utile lorsqu'on veut évaluer les concentrations de BPC chez les femmes en âge de procréer dans une population générale . Dans les études sur l'exposition professionnelle, on analyse en général le sang et les tissus adipeux des travailleurs.

Examens pour vérifier l'exposition aux BPC
suite

On a constaté que les concentrations de BPC dans le sang et les tissus adipeux des gens qui ont été exposés aux BPC à leur travail avaient tendance à être plus élevées que chez ceux qui n'ont jamais subi d'exposition professionnelle. Étant donné qu'on ne peut, à l'heure actuelle, associer de problèmes de santé particuliers à des concentrations spécifiques de BPC, ces analyses ne peuvent servir qu'à révéler s'il y a eu exposition à des concentrations de BPC plus élevées que celles de l'environnement normal[1].

Dans le passé, les éruptions ou les lésions cutanées semblables à l'acné étaient souvent considérées comme les premiers symptômes d'une exposition professionnelle aux BPC. Aujourd'hui, ces symptômes sont rares. Toute personne susceptible d'avoir été exposée à des BPC et qui remarquerait des éruptions ou des crises d'acné inexplicables devrait consulter un médecin spécialisé dans le diagnostic et le traitement de maladies cutanées professionnelles.

8. Limites d'exposition en milieu de travail

Dans la plupart des régions administratives canadiennes, les limites d'exposition au travail sont sensiblement les mêmes que les seuils admissibles d'exposition (SAE) recommandés par l'American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH). L'ACGIH a établi des limites d'exposition pour deux des composés de BPC les plus communs (biphényles chlorés) ayant une teneur en chlore de respectivement 42 pour cent et de 54 pour cent. Les limites d'exposition pour 1985 1986 sont les suivantes[19]:

a. **teneur en chlore à 42 pour cent**

Moyenne pondérée sur le temps (SAE MPT)*:
1 milligramme par mètre cube (mg/m^3).

Limites d'exposition à court terme (SAE LECT)**:
2 mg/m^3.

b. **teneur en chlore à 54 pour cent**

SAE MPT*: 0,5 mg/m^3

SAE LECT**: 1 mg/m^3

***La SAE MPT se définit comme la concentration moyenne pondérée sur le temps dans une aire de travail donnée, pendant une journée de travail normale de 8 heures à raison de 40 heures par semaine.**

****La SAE LETC se définit comme la concentration moyenne pondérée sur une période de 15 minutes, dans une aire de travail donnée, qu'il ne faut jamais dépasser durant une journée de travail.**

Limites d'expositon en milieu de travail
suite

Les expositions à la LECT ne devraient jamais excéder 15 minutes à la fois, pour un maximum de 4 fois durant une même journée. Il devrait y avoir un intervalle d'au moins 60 minutes entre des expositions successives à la LECT, et la MPT ne devrait jamais être dépassée.

Avis de danger pour la peau: pour les deux types de BPC, on a ajouté un avis de danger pour la peau qui indique qu'un contact des produits avec la peau, les yeux et les muqueuses peut ajouter beaucoup à l'exposition générale. Le but de cet avis est d'attirer l'attention des travailleurs sur la nécessité d'appliquer des mesures de protection de la peau, de façon à ne pas rendre inutile l'imposition d'un seuil limite d'exposition. Certaines régions administratives canadiennes imposent des directives ou des limites légales d'exposition qui diffèrent grandement des normes de l'ACGIH. Ces limites se trouvent au tableau 1. Pour obtenir des explications ou des renseignements supplémentaires sur ces limites ou pour recevoir des conseils sur les limites à appliquer dans des régions administratives n'ayant établi aucune directive officielle, il faut communiquer avec un organisme gouvernemental compétent.

Tableau I Limites légales d'exposition en milieu de travail

	Limites d'exposition basées sur 8 heures	Limites d'exposition basées sur 15 minutes
Colombie-Britannique[20]		
42 p. 100 de chlore	1 mg/m^3	2 mg/m^3
54 p. 100 de chlore	0,5 mg/m^3	1 mg/m^3
Alberta[21]		
42 p. 100 de chlore	1 mg/m^3	2 mg/m^3
54 p. 100 de chlore	0,5 mg/m^3	1 mg/m^3
Saskatchewan[22] biphényles polychlorés	Pour empêcher les produits de pénétrer dans l'organisme, on conseille d'appliquer des mesures de contrôle technique appropriées et de porter des vêtements de protection individuelle.	
Manitoba	Aucune limite officielle	
Ontario	Aucune limite officielle. Le 12 octobre 1985, un avis de désignation possible de BPC a été publié.	
Québec[23]		
42 p. 100 de chlore	1 mg/m^3	2 mg/m^3
54 p. 100 de chlore	0,5 mg/^{3}	1 mg/m^3
Nouveau-Brunswick[24]	SAE de l'ACGIH (1976)	
Nouvelle-Écosse[25]	SAE de l'ACGIH	
Île du Prince Édouard	Aucune limite officielle	
Terre-Neuve[26]	SAE de l'ACGIH	
Territoires du Nord-Ouest[27]	SAE de l'ACGIH	
Yukon	Aucune limite officielle	
Juridiction fédérale Code canadien du travail[28]	SAE de l'ACGIH	

9. Vêtements de protection

Les lois sur l'hygiène et la sécurité au travail dans toutes les régions administratives du Canada rendent obligatoire le port d'équipement de protection individuelle approprié afin d'empêcher l'inhalation et l'absorption par la peau de matières dangereuses. Les ministères de chaque gouvernement peuvent fournir des détails quant à leurs exigences particulières.

Environnement Canada[29] a établi des recommandations sur la marche à suivre pour manipuler les BPC. On recommande d'utiliser des gants, des bottes et des tabliers imperméables, ainsi qu'un écran facial. Il faut veiller à décontaminer soigneusement les vêtements de protection ou les jeter dans un endroit sûr après avoir manipulé des BPC liquides, puisqu'ils peuvent endommager certains matériaux. Pour réduire les risques d'exposition par inhalation, on recommande d'utiliser un appareil respiratoire autonome dans certaines circonstances.

9.1 Matériaux résistant aux BPC

Le degré de protection offert par les matériaux résistant aux BPC peut varier selon leur épaisseur, le fabricant, le lot, les imperfections et la nature du mélange de BPC[30]. Les matériaux qui ont fait leur preuve sont notamment le Viton (DuPont), le Silastic 50 (Dow Corning) et le caoutchouc nitrile[30].

Les matériaux moins résistants sont l'alcool polyvinylique (PVAL) et le caoutchouc qualité chirurgicale[30].

Certains matériaux offrent un rendement différent selon les conditions dans lesquelles ils sont testés. Le téflon, par exemple, offre une bonne résistance dans certaines conditions, mais des imperfections structurales dues au traitement peuvent laisser pénétrer des BPC[30]. En général, on ne recommande pas l'usage du téflon comme agent protecteur contre les BPC.

Certains autres matériaux, notamment le néoprène et le caoutchouc, peuvent être employés pendant de courtes périodes, mais ils ont tendance à perdre leur résistance et il faut veiller à les jeter immédiatement après usage[29].

On pourra obtenir d'autres détails sur la résistance qu'offrent différents matériaux aux BPC en consultant la publication d'Environnement Canada[29] et une étude récente réalisée par Stampfer et coll[30].

10. Règlements sur l'utilisation des BPC

10.1 Rappel

Il fut un temps où les BPC servaient à une foule d'usages. En plus d'être utilisés dans l'équipement électrique et d'entrer dans la composition de liquides hydrauliques et de transfert de chaleur, on les retrouvait également dans des huiles lubrifiantes, des adhésifs, des matières de charge, des agents de dépoussiérage, des encres, des supports de catalyseurs et des huiles d'immersion pour microscopes[1,2].

Devant l'inquiétude croissante au sujet des risques associés aux BPC, le gouvernement du Canada a soumis leur utilisation à des règlements de plus en plus stricts. En 1977, un règlement de la Loi sur les contaminants de l'environnement limitait leur utilisation à l'équipement de transport de la chaleur, aux systèmes hydrauliques et aux pompes à diffusion de vapeur en usage au Canada avant le 1er mars 1977; le règlement autorisait leur présence dans les fluides d'isolation des condensateurs, des transformateurs et de l'équipement électrique connexe[3]. À cette époque, l'importation et la fabrication de condensateurs, de transformateurs et de l'équipement électrique connexe contenant des BPC étaient encore permises.

10.2 Lois actuelles

En 1980, l'importation et la fabrication de condensateurs, de transformateurs et de l'équipement électrique connexe contenant des BPC ont été interdites, ainsi que l'utilisation des BPC dans les électro-aimants utilisés pour la manutention d'aliments destinés à l'homme ou aux animaux ou de leurs additifs alimentaires[4].

Des règlements supplémentaires sont entrés en vigueur le 1er août 1985, limitant à 50 parties par million la concentration des BPC utilisés dans l'équipement en vente ou rejetés dans l'environnement[5,6].

À la fin de 1985, la Loi sur les contaminants de l'environnement permet d'utiliser les BPC aux fins suivantes[4].

1. Tout fluide d'isolation dans les condensateurs et les transformateurs électriques et l'équipement électrique associé fabriqués ou importés au Canada avant le 1er juillet 1980.

2. Tout équipement de transfert de chaleur, tout équipement hydraulique, toute pompe à diffusion et tout électro aimant (utilisés à d'autres fins que la manutention d'aliments destinés à l'homme ou aux animaux ou de leurs additifs alimentaires) qui étaient en usage au Canada avant le 1er septembre 1977 et dont la conception exige l'emploi de BPC.

3. La machinerie ou l'équipement destinés à détruire la structure chimique des BPC. (Consultez également le chapitre 11, Elimination).

Lois actuelles
suite

Pour obtenir de plus amples détails au sujet des règlements actuels sur les BPC dans l'environnement, communiquez avec Environnement Canada ou avec les autorités environnementales de la province ou de la région.

11. Élimination

À l'heure actuelle, il n'existe aucune méthode approuvée pour la destruction des BPC au Canada. Les entreprises qui ont accumulé des résidus de BPC ou des appareils qui en contiennent doivent se charger de l'entreposage jusqu'au moment où les organismes de santé, les agences environnementales et les instances politiques auront tranché la question.

La Loi sur les contaminants de l'environnement autorise l'utilisation des BPC dans l'équipement conçu pour détruire leur structure chimique. La Loi autorise donc en principe l'élimination des BPC. Cependant, les règlements qui régissent l'élimination des BPC sont soumis au pouvoir décisionnel des provinces et jusqu'à maintenant, ces dernières n'ont pas encore autorisé l'élimination des BPC.

La Colombie-Britannique, l'Alberta, la Saskatchewan, le Manitoba et le Québec autorisent la décontamination chimique des huiles minérales qui renferment des BPC. En Ontario, on est en train de faire des démarches qui aboutiront éventuellement à l'établissement de règlements et de dispositions administratives cadres en vertu desquels seront accordés des permis d'élimination et d'utilisation d'installations mobiles destinées à détruire les BPC.

Pour obtenir de plus amples renseignements sur l'état actuel des règlements sur l'élimination des BPC dans l'environnement, communiquez avec le gouvernement provincial ou les autorités environnementales locales compétentes.

12. Transport

Le transport des BPC entre les provinces est régi par Transports Canada. Récemment, un jugement de la cour refusait aux provinces le droit de limiter le transport interprovincial des BPC.

À la suite de fuites accidentelles de BPC provenant de transformateurs convoyés d'une province à l'autre, des modifications ont été apportées au règlement régissant leur transport. Le Règlement fédéral sur le transport des marchandises dangereuses, entré en vigueur le 1er juillet 1985, comporte des dispositions sur les activités de manutention, de soumission relative au transport des BPC [31]. Selon le règlement, les BPC ou tout article qui en contient doivent être placés dans un emballage ou un contenant rigide et étanche, à l'abri des intempéries et solidement fixé au véhicule de transport.

Transport
suite

Les gros objets impossibles à emballer, notamment les transformateurs, doivent être vidés et leur contenu transporté dans un contenant spécial. L'objet qui, à l'origine, contenait des BPC, doit être équipé d'un dispositif destiné à contenir les fuites, à l'abri des intempéries et solidement fixé au véhicule.

Pour obtenir de plus amples renseignements sur les lois actuelles ou les projets de loi régissant le transport des BPC au Canada, communiquez avec Transports Canada ou avec les autorités provinciales ou locales responsables du transport des marchandises dangereuses.

13.
Incendies en présence des BPC

Les BPC ne sont pas très combustibles mais ils peuvent se dissocier sous l'action de la chaleur et produire des polychlorodibenzofurannes (PCDF) extrêmement toxiques. Les PCDF se forment lorsque l'on chauffe des BPC à des températures de l'ordre de 250 à 700°C en présence d'oxygène. Le chauffage des BPC ne donne pas lieu à la formation de dioxines (polychlorodibenzo-p-dioxine ou PCDD). Cependant, le chauffage des chlorobenzènes (BPCZ), qui composent normalement avec les BPC le fluide d'isolation des transformateurs (ascarels)[32-35] peut entraîner la formation de dioxines.

L'analyse d'échantillons de suie prélevés sur le site d'incendies de transformateurs et de condensateurs révèle qu'il y a eu formation de PCDF[32-34]. De plus, on a découvert que si l'équipement contenait des chlorobenzènes, des dioxines avaient également été produites[32-35]. La suie contenait aussi des quantités importantes de BPC.

Environnement Canada a publié un rapport intitulé: «Les incendies dans le matériel électrique contenant des BPC: recommandations visant à empêcher la contamination par les PCDF»[33], qui propose des recommandations dans trois domaines protection de la santé et de la sécurité individuelle, équipement et installations et contamination de l'environnement. On y étudie trois phases d'un plan d'urgence à appliquer dans chaque domaine, c'est-à-dire la prévention, la lutte contre les incendies et le nettoyage.

Ce rapport met surtout l'accent sur les mesures de prévention, notamment l'information et la formation, l'identification de l'équipement qui contient des BPC, l'installation et l'entretien de systèmes de protection par exemple, alarmes d'incendie, extincteurs, coupe circuits d'urgence, techniques de limitation de la contamination à la suite de déversements de liquides, de vapeur ou de suie contenant des BPC, ainsi que la préparation d'un plan d'urgence. Dans toute la mesure du possible, on recommande de remplacer les BPC liquides dans les appareils par des liquides qui n'en contiennent pas.

14. Produits de substitution des BPC

Certains appareils qui contiennent des BPC, les condensateurs par exemple, sont scellés et n'ont pas besoin d'être remis au niveau. Il peut s'avérer nécessaire d'ajouter du liquide dans les transformateurs à la suite de fuites ou d'essais. Comme il est maintenant interdit d'employer des BPC[4], il faut utiliser un produit de substitution approprié comme le tri tétrachlorobenzène (TTCB) ou de l'huile paraffinique raffinée[29]. On peut endommager le transformateur en ajoutant une quantité excessive de fluide d'appoint. Pour obtenir plus de détails sur la composition et sur la quantité des fluides d'appoint recommandés, consultez le fabricant de l'équipement[29].

Il arrive que l'on vide les transformateurs des BPC liquides qu'ils contiennent et qu'on y verse à la place des fluides appropriés. Ce procédé porte le nom de remplacement. Avant de remplir de nouveau un transformateur, il faut s'assurer que le liquide de remplacement possède les propriétés nécessaires au fonctionnement sûr et efficace du transformateur. Certains types de fluides recommandés sont les suivants[29]:

- fluides à base de silicone
- benzènes chlorés (par exemple TTCB)
- hydrocarbures aliphatiques (par exemple, huile paraffinique)
- poly alpha oléfines (hydrocarbures synthétiques)
- esters

Pour s'assurer que l'on peut faire fonctionner normalement l'équipement après avoir ajouté un fluide de substitution, consultez le fabricant de l'appareil, ainsi que le fabricant ou le fournisseur du produit de substitution.

RÉFÉRENCES

1. Kimbrough, R.D., ed. Halogenated biphenyls, terphenyls, naphthalenes, dibenzodioxins and related products. Amsterdam: Elsevier/North Holland Biomedical Press, 1980

2. CIRC Monographs on the evaluation of the carcinogenic risk of chemicals to man. Polychlorinated biphenyls and polybrominated biphenyls. Vol. 18. Lyon: Centre international de recherche sur le cancer (1978). p. 54-66

3. Règlement n° 1 sur les biphényles chlorés. Gazette du Canada: partie II Vol. 111, n° 18 (1977)

4. Règlement n° 1 sur les biphényles chlorés. Modification. Gazette du Canada: partie II. Vol. 114, n° 13 (1980)

5. Règlement n° 2 sur les biphényles chlorés (produits). Gazette du Canada: partie I. Janvier 1984. p. 550

6. Règlement n° 3 sur les biphényles chlorés (rejets). Gazette du Canada: partie I. Janvier 1984. p. 551-555

7. Safe, S. Polychlorinated biphenyls (BPCs) and polybrominated biphenyls (PBBs): biochemistry, toxicology, and mechanism of action. CRC Critical Reviews in Toxicology. Vol. 13, n°. 4 (1984). p. 319-395

8. CIRC Monographs on the evaluation of the carcinogenic risk of chemicals to man: supplement 4. Lyon: Centre international de recherche sur le cancer (1982). p. 11-16, 217-219

9. Chase, K.H.; Wong, O.; Thomas, D.;.Berney, B.W.; Simon, R.K. Clinical and metabolic abnormalities associated with occupational exposure to polychlorinated biphenyls (BPCs). Journal of Occupational Medicine. Vol. 24, n°. 2 (1982). p. 109-114

10. Fischbein A.; Wolff, M.S.; Lilis, R.; Thornton, J; Selikoff, I.J. Clinical findings among BPC exposed capacitor manufacturing workers. Annals New York Academy of Sciences. Vol. 320 (1979) p. 703-715

11. Warshaw, R.; Fischbein, A.; Thornton, J.; Miller, A.; Selikoff, I.J. Decrease in the vital capacity in BPC exposed workers in a capacitor manufacturing facility. Annals New York Academy of Sciences. Vol. 320 (1979). p. 277-282

12. Smith, A.B.; Schloemer, J.; Lowry, L.K.; Smallwood, A.W.; Ligo A.N.; Tanaka, S.; Stringer, W.; Jones, M.; Hervin, R.; Glueck, C.J. Metabolic and health consequences of occupational exposure to polychlorinated biphenyls. British Journal of Industrial Medicine. Vol. 39 (1982). p. 361-369

13. Fischbein, A.; Wolff, M.S.; Bernstein, J.; Selikoff, I.J.; Thornton, J. Dermatological findings in capacitor manufacturing workers exposed to dielectric fluids containing polychlorinated biphenyls (BPCs). Archives of Environmental Health. Vol. 37, no. 2 (1982). p. 69-74

14. Taylor, P.R.; Lawrence, C.E.; Hwang, H L.; Paulson, A.S. Polychlorinated biphenyls: influence on birthweight and gestation. American Journal of Public Health. Vol. 74, n° 10 (1984). p. 1153-1154

15. Brown, D.P.; Jones, M. Mortality and industrial hygiene study of workers exposed to polychlorinated biphenyls. Archives of Environmental Health. Vol. 36, n° 3 (1981). p. 120-129

16. Bertazzi, P.A.; Zocchetti, C.; Guercilena, S.; Della Fogia, M.; Pesatori, A.; Riboldi, L. Mortality study of male and female workers exposed to BPC's: proceedings of the International Symposium on the Prevention of Occupational Cancer, Helsinki. Avril 21-24, 1981. (1982). p. 242-248

17. Isles, K.; Pelmear, P.L. Health effects of polychlorinated biphenyls. Occupational Health in Ontario. Vol. 2, n° 3 (1981). p. 127-137

18. Kikuchi, M., Autopsy of patients with Yusho. American Journal of Industrial Medicine. Vol. 5 (1984). p. 19-30

19. TLVs threshold limit values for chemical substances and physical agents in the work environment and biological exposure indices with intended changes for 1985-86. Cincinnati, Ohio : American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH), 1985. p. 3-4, 13

20. Industrial health and safety regulations under the workers' compensation act (B.C. Reg. 585/77), table 1. Don Mills, Ontario : CCH Canadian Limited, 1980. p. 40,835

21. Chemical hazards regulation under the occupational health and safety act, Alta. Reg. 8/82, schedule A, table 1. Don Mills, Ontario : CCH Canadian Limited, 1983. p. 37,109

22. Occupational health and general regulations under the occupational health and safety act, R.R.S., c. O-1, Reg. 1, sec. 72. Don Mills, Ontario : CCH Canadian Limited, 1981. p. 80,238

23. Regulation respecting the quality of the work environment under an act respecting occupational health and Safety, R.R.Q., 1981 S-2.1, r. 15, part 1 : general table. Don Mills, Ontario : CCH Canadian Limited, 1983. p. 76,274

24. Occupational safety code regulations under the occupational health and safety act, N.B. Reg. 77-1, sec. 8. Don Mills, Ontario : CCH Canadian Limited, 1980. p. 50,158

25. Occupational health regulations under the public health act, N.S. Reg. O.C. 76-1510, sec. 4. Don Mills, Ontario : CCH Canadian Limited, 1980. p. 60,351

26. Occupational health and safety regulations, 1979 under the occupational health and safety act, Nfld. Reg. 104/79 as amended, sec. 25. Don Mills, Ontario : CCH Canadian Limited, 1983. p. 55,212

27. General safety regulations under the safety ordinance, R.R.N.W.T. 1980 Reg. 241, sec. 31. Don Mills, Ontario : CCH Canadian Limited, 1983. p. 32,405

28. Canada dangerous substances regulations under the Canada labour code, C.R.C. 1978, c. 997, sec. 10. Don Mills, Ontario : CCH Canadian Limited, 1984. p. 30,162

29. de Gonzague, J.; Lawrie, S. eds. Handbook on PCBs in electrical equipment. s.l. : Environmental Protection Service/Environment Canada, 1982. p. 21, 31, 39-41

30. Stampfer, J.F.; McLeod, M.J.; Betts, M.R.; Martinez, A.M.; Berardinelli, S.P. Permeation of polychlorinated biphenyls and solutions of these substances through selected protective clothing materials. American Industrial Hygiene Association Journal. Vol. 45, no. 9 (1984). p. 634-641

31. Transportation of dangerous goods regulations : schedule 3. Canada Gazette Part I (June 11, 1985); Transportation of dangerous goods regulations : amendment. Canada Gazette Part I (October 12, 1985)

32. Mitchell, M.F.; McLeod, H.A.; Roberts, J.R. Polychlorinated dibenzofurans : criteria for their effects on humans and the environment (publication no ; NRCC 22846). Ottawa, Canada : National Research Council Canada, 1984

33. Fires in electrical equipment containing PCBs : recommendations to prevent contamination by PCDFs (report EPS 1/CC/2). 1st edition. Ottawa, Ontario : Environmental Protection Service/Environment Canada, March 1985

34. Buser, H-R. Formation, occurrence and analysis of polychlorinated dibenzofurans, dioxins and related compounds. Environmental Health Perspectives. Vol. 60 (1985). p. 259-267

35. Hutzinger, O.; Choudhry, G.G.; Chittim, B.G.; Johnston, L.E. Formation of polychlorinated dibenzofurans and dioxins during combustion, electrical equipment fires and PCB incineration. Environmental Health Perspectives. Vol. 60 (1985). p. 3-9